Rev. Écol. Biol. Sol, 1975, **12** (1): 393-404.

Influence des bitumes extraits de podzols humiques hydromorphes des Landes du Médoc sur la microflore tellurique*

PAR

E. FUSTEC-MATHON, D. RIGHI et P. JAMBU

Laboratoire de Pédologie - Faculté des Sciences - Université de Poitiers (**)

I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude sur l'humification en milieu acide et hydromorphe sous climat atlantique, nous avons étudié la répartition des bitumes dans deux séquences de podzols humiques et de sols hydromorphes peu humifères des Landes du Médoc (JAMBU et RIGHI, 1973).

Nous entendons sous le terme général de « bitumes » l'ensemble des produits organiques directement extraits du sol par un mélange éthanol-benzène. En fait, cette fraction est constituée par un mélange de diverses substances : hydrocarbures aliphatiques, cires, résines, phospholipides, graisses, acides gras, porphyrines et terpénoïdes en proportions variées.

Ces substances sont relativement abondantes dans les podzols et les tourbes acides, mais beaucoup moins dans les sols cultivés ou à pH alcalin. D'après STEVENSON (1966), ces composés auraient, pour leur plus grande part, une origine microbienne. Ils proviendraient soit des restes des cellules de microorganismes, soit de certains processus de bio-synthèse. De plus, une quantité variable de ceux-ci serait issue des débris végétaux et des éléments vivants ou morts de la microfaune. SCHREINER (1908, 1911), MC CALLA *et al.* (1963) et WANG *et al.* (1967, 1969) ont noté une action phytotoxique de certains constituants des bitumes. Ils inhibent en effet, la germination des graines et la croissance des organes végétaux souterrains.

* Travaux entrepris dans le cadre des recherches de l'E.R.A. n° 220 du Centre National de la Recherche Scientifique (Pédologie des Pays Atlantiques).

** 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers - France.

La forte concentration de produits solubles dans l'éthanol-benzène observée dans les podzols du Médoc nous a conduits à examiner leur influence éventuelle sur la microflore tellurique.

II. SITES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

1. Situation et caractéristiques générales des sols étudiés.

La partie centrale du Médoc est recouverte par un sédiment sableux, grossier, quartzeux, dans lequel circule une nappe phréatique très superficielle. Le paysage est extrêmement plat, mais la surface du terrain est affectée par un microrelief formé de buttes allongées, hautes seulement de quelques décimètres *. Les sols se répartissent en fonction de cette microtopographie et peuvent être regroupés en quatre types principaux :

Dépression : Sol hydromorphe peu humifère. Profils 1 LAG et 6 BER.

Partie inférieure de la pente : Podzol humique sans horizon A_2, à horizon B_2h peu différencié et meuble. Profite 4 LAG, 4 BER et 7 BER.

Partie supérieure de la pente : Podzol humique sans horizon A_2 mais à horizon B_2h induré. Profils 2 LAG, 5 BER et 3 BER.

Sommet de butte : Podzol humique à horizon A_2 net et horizon B_2h induré. Profils 3 LAG, 1 BER, 2 BER.

Tous les sols sont affectés par la nappe. En hiver, celle-ci monte jusqu'à 50 cm de la surface pour les plus secs, mais les plus humides sont alors noyés. En été, elle descend entre 0,60 cm et 1,20 cm selon les stations. Au cours de cette saison, les horizons superficiels des podzols s'assèchent notablement ; le point de flétrissement permanent est atteint pour les mieux drainés ; par contre, les sols hydromorphes gardent une humidité élevée.

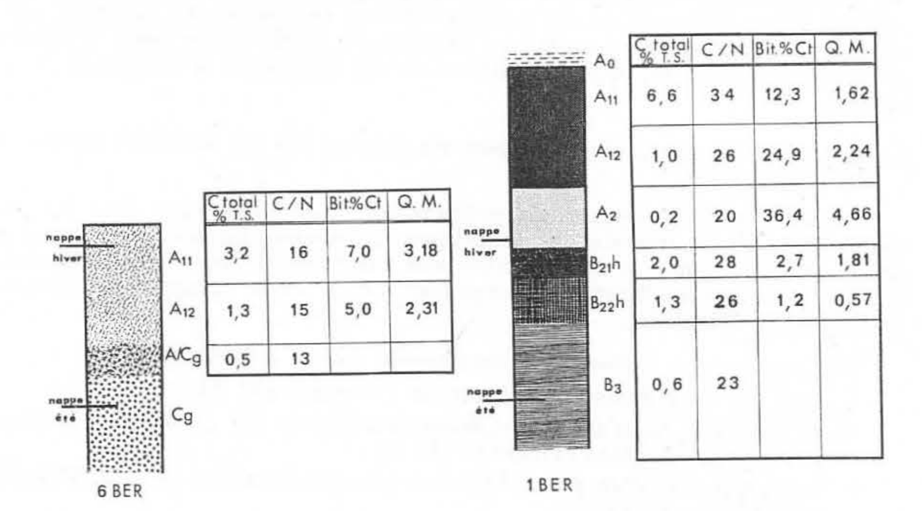
La profondeur de la nappe phréatique joue également un rôle prépondérant dans la composition des groupements végétaux. Dans les dépressions, les espèces hygrophiles dominent. On note la présence de *Molinia cœrulea* (degré de recouvrement : 5), *Erica tetralix* (2-3), *Erica ciliaris* (2-3), *Ulex nanus* (2), *Erica scoparia* (1), *Calluna vulgaris* (+), *Salix atrocinerea* (+), *Rhamnus frangula* (+), *Schœnus nigricans* (+), *Potentilla tormentilla* (+) *Pedicularis silvatica* (+). Sur la pente, la proportion de bruyères hygrophiles tend à diminuer tandis qu'apparaissent des espèces caractéristiques de sols mieux drainés, telles que *Erica cinerea, Arrhenaterum thorei.* On note également la présence d'*Ulex gallii.* Les buttes sont caractérisées par une végétation mésophile avec *Pteridium aquilinum* (4), *Ulex europaeus* (1), *Arrhenaterum thorei* (1), *Erica scoparia* (1). On note également *Ulex nanus* (+), *Rhamnus frangula* (+), *Rubus sp.* (+), *Calluna vulgaris* (+), *Potentilla tormentilla* (+), *Symaethis planifolia* (+).

L'ensemble de la région est plantée en pins maritimes.

L'humification présente également des différences selon l'intensité de l'engorgement (JAMBU et RIGHI, 1973). Dans les podzols, les composés mobiles formés sont entièrement éliminés des horizons éluviaux et il se forme, dans ces horizons, une humine résiduelle, dérivée de la lignine (DUPUIS T. et *al.*, 1973). Dans

* Le choix de deux séquences caractéristiques des Landes du Médoc a été déterminé en accord avec Monsieur WILBERT, responsable de la feuille LESPARRE-MEDOC de la carte pédologique de France que nous tenons à remercier.

les sols les plus humides, l'humine ne figure pratiquement pas et les horizons de surface sont plus riches en produits à petites molécules.



6 BER

Horizon	C total % T.S.	C/N	Bit%Ct	Q. M.
A_{11}	3,2	16	7,0	3,18
A_{12}	1,3	15	5,0	2,31
A/Cg	0,5	13		
Cg				

1 BER

Horizon	C total % T.S.	C/N	Bit.%Ct	Q. M.
A_0				
A_{11}	6,6	34	12,3	1,62
A_{12}	1,0	26	24,9	2,24
A_2	0,2	20	36,4	4,66
$B_{21}h$	2,0	28	2,7	1,81
$B_{22}h$	1,3	26	1,2	0,57
B_3	0,6	23		

FIG. 1. — Description et caractéristiques de deux profils d'une séquence de sols hydromorphes du Médoc.
Le profil de gauche (6 BER) correspond à un sol hydromorphe peu humifère dans une dépression ; le profil de droite (1 BER) à un podzol humique au sommet d'une butte.

2. **Méthodes d'étude au laboratoire.**

a) EXTRACTION DIRECTE DES BITUMES.

Les bitumes ont été extraits en traitant directement les échantillons de sol par un mélange éthanol-benzène dans les proportions respectives de 35 et 65 %, selon RISI et *al.* (1953).

Nous avons opéré à chaud dans un appareil de Soxhlet jusqu'à épuisement de la terre (cinq heures environ). Le solvant a été ensuite éliminé par évaporation sous vide. Sur une fraction aliquote du résidu, nous avons dosé le carbone par combustion au Carmograph de Wosthoff.

Pour les essais sur les populations microbiennes du sol, les extractions ont été réalisées à partir d'échantillons de l'horizon A_{11} du profil 5 BER dont le taux de bitumes est de 13 %.

b) EXTRACTION DES BITUMES APRÈS EXTRACTION PRÉALABLE DES COMPOSÉS HYDROSOLUBLES.

Dans la mesure où une certaine quantité d'acides organiques simples, particulièrement inhibiteurs vis-à-vis de la microflore, risquait d'être extraite avec les bitumes, nous avons procédé dans un deuxième temps :

1) à une extraction préalable de ces acides par l'eau distillée selon le protocole défini par BRUCKERT et *al.* (1967). Le percolat a été réduit par évaporation sous vide à 37° C de manière à obtenir 10 ml d'extrait pour 300 g de sol utilisé au départ.

2) à une extraction des bitumes par le mélange éthanol-benzène sur les mêmes échantillons après les avoir séchés à l'air.

Nous avons examiné comparativement l'influence de ces deux extraits sur la microflore du sol.

c) COEFFICIENT DE MINÉRALISATION DU CARBONE.

Le rapport du carbone du CO_2 dégagé après 7 jours d'incubation à 28° C exprimé en mg/100 g de sol, au carbone total en mg/100 de sol, multiplié par 100, selon la méthode mise au point par DOMMERGUES (1960) a été établi à différentes périodes de l'année sur des échantillons de sol maintenus à l'humidité du prélèvement.

d) MÉTHODE D'ESTIMATION DE L'INFLUENCE DES BITUMES SUR DES MICROPOPULATIONS TELLURIQUES COMPLEXES.

Dans le cadre de cette étude préliminaire, nous avons opté pour un test de croissance de micropopulations telluriques complexes. Ce test permet, en effet, une estimation rapide de la sensibilité aux substances inhibitrices ou stimulantes (BECK et *al.*, 1966) des divers microorganismes d'un sol se développant indépendamment les uns des autres.

Les populations testées sont constituées par la microflore totale :

— d'un sol brun lessivé de Montamisé (Vienne) ; pH 7,3. ;

— de l'horizon A_{11} d'un podzol humo-ferrugineux sur pseudogley profond de la forêt de Moulière (Vienne) ; pH 4,1 ;

— de l'horizon A_{11} d'un podzol hydromorphe peu humifère (profil 6 BER, Fig. 1) du Médoc ; pH 4,9 ;

— de l'horizon A_{11} d'un podzol humique (profil 1 BER, Fig. 1) du Médoc ; pH 3,5.

Le milieu de culture utilisée a été celui préconisé par BECK et *al* (1966) dans l'étude de l'effet litière et dont la composition est la suivante :

KH_2PO_4 : 1,000 g ; KNO_3 : 0,500 g ; $MgSO_4$, 7 H_2O : 0,200 g ; $CaCl_2$, 2 H_2O : 0,100 g ; NaCl : 0,100 g ; $FeCl_3$: 0,010 g ; Mannitol : 1,000 g ; Vitamin Free Casein Hydrolysate : 1,000 g ; Yeast extract : 1,000 g ; Solution d'oligo-éléments : 1 ml ; gélose : 20 g ; eau distillée q.s.p. : 1,000 ml.

Après ajustement du pH aux valeurs choisies pour les différents essais, le milieu était réparti dans des tubes à raison de 25 ml par tube et stérilisé à 120° C pendant 20 mn.

Ce milieu de base a été utilisé dans chaque test pour un dénombrement initial des germes.

Les bitumes ne peuvent être incorporés au milieu de culture qu'après solubilisation dans le mélange éthanol-benzène. En raison de l'influence propre de ce mélange, nous avons utilisé des quantités minimales de solutions, soit, 0,5 ml par tube.

— milieux témoins : 0,5 ml de mélange éthanol-benzène par tube de milieu.

— milieux tests : 0,5 ml de solutions de bitumes à 5 pour mille, 1 pour cent ou 5 pour cent par tube.

Dans les essais avec l'extrait à l'eau, nous avons ajouté 1 ml d'extrait dans chaque tube. Les milieux témoins recevaient alors 1 ml d'eau distillée. Les différents extraits ont été stérilisés par passage sur filtre millipore 0,45 μm.

Les tubes maintenus à 45° C étaient agités afin d'obtenir une répartition homogène des substances incorporées dans le milieu et leur contenu était réparti en conditions stériles dans des boîtes de Pétri (contenant 1 ml d'une suspension - dilution du sol étudié (dilutions de 10^{-2} à 10^{-5}). L'inoculum était réparti uniformément dans le milieu par rotation des boîtes avant refroidissement.

Cinq boîtes ont été ensemencées pour chaque test, chacun de ceux-ci étant reproduit en double ou triple exemplaire. Les boîtes ont été incubées à 28° C et les lectures effectuées après 3, 5 et 7 jours de culture.

Le mélange éthanol-benzène provoque un retard de 24 h environ dans l'apparition des colonies et une inhibition de 20 % en moyenne de l'ensemble de la microflore.

Les résultats ont été exprimés sous forme d'un indice de croissance

$$I_c = \frac{nB}{nT} \times 100$$

où *nB* représente le nombre de germes développés sur le milieu gélosé contenant

Tableau I

Caractéristiques des profils de deux séquences de sols du Médoc dans l'ordre d'hydromorphie croissante
On note l'accroissement du pH, la diminution de C/N, l'abaissement du taux de bitumes et l'augmentation du coefficient de minéralisation du carbone

Profils	Horizons	pH eau	C/N	Bitumes en % du C total	Q. M. Juin 72	Q. M. Oct. 72
1 BER	A_0	—	—	—	2,16	1,99
	A_{11}	3,50	34,7	12,3	0,85	1,62
	A_{12}	4,20	25,7	24,9	1,53	2,24
	A_2	4,60	20,0	36,4	3,28	4,66
	$B_{21}h$	4,15	28,5	2,7	—	1,81
	$B_{22}h$	4,50	26,0	1,2	—	0,57
2 BER	A_{11}	3,85	34,2	17,4	—	—
	A_{12}	4,05	38,1	21,5	—	—
	A_2	4,15	—	25,6	—	—
	$B_{21}h$	4,80	24,6	6,5	—	—
	$B_{22}h$	5,00	28,2	3,0	—	—
5 BER	A_{11}	4,20	21,8	13,0	—	—
	A_{12}	4,40	22,6	14,5	—	—
	B_2h	4,60	27,3	1,2	—	—
3 BER	A_{11}	4,30	22,5	11,7	3,32	1,77
	A_{12}	4,50	22,4	11,9	1,21	0,96
	B_2h	4,85	24,7	2,8	0,60	0,46
4 BER	A_1	4,40	18,4	9,9	2,31	1,31
	B_2h	4,60	18,2	7,8	0,75	0,75
	B_3	4,65	15,0	—	3,00	0,83
7 BER	A_1	5,50	20,3	6,2	—	—
	B_2h	5,90	19,6	2,8	—	—
6 BER	A_{11}	4,90	16,1	7,0	3,00	3,18
	A_{12}	5,70	14,2	5,0	—	2,31
3 LAG	A_0	—	—	—	1,64	1,19
	A_{11}	4,15	39,6	17,6	—	1,75
	A_{12}	4,35	32,6	27,5	2,35	1,32
	A_2	4,40	15,0	24,4	—	3,63
	$B_{21}h$	4,45	17,8	11,1	—	—
	$B_{22}h$	4,80	30,2	1,7	—	0,58
2 LAG	A_{11}	4,10	30,7	14,1	—	—
	A_{12}	4,40	26,7	17,0	—	—
	B_1	4,50	21,2	5,7	—	—
4 LAG	A_{11}	5,00	20,4	7,2	—	—
	A_{12}	5,30	22,3	5,4	—	—
	B_2h	5,40	20,1	3,2	—	—
1 LAG	A_{11}	4,50	16,7	9,2	3,84	3,97
	A_{12}	4,80	17,2	8,3	—	4,15

0,5 ml de la solution de bitumes (ou 1 ml de l'extrait à l'eau) et *nT* le nombre de germes développés sur les milieux témoins. Un indice inférieur à 100 traduit un phénomène d'inhibition. Une valeur supérieure à 100 traduit un effet de stimulation.

III. **RÉSULTATS**

1. **Importance des bitumes dans les sols du Médoc.**

Les taux les plus élevés se rencontrent dans les horizons A_1 et A_2 des podzols à horizon B_2h dur. Dans la séquence LAG, on observe une décroissance très rapide entre le profil 2 LAG (podzol à B_2h dur) et le profil 4 LAG (podzol peu développé à B_2h meuble) qui ne sont situés qu'à 2 mètres de distance. Dans les horizons éluviaux des podzols plus riches en bitumes, le taux de ceux-ci augmente avec la profondeur et devient maximum dans l'horizon A_2 (Tabl. I).

2. **Coefficient de minéralisation du carbone.**

Il est nettement plus élevé dans les horizons A_{11} des sols hydromorphes que dans ceux des podzols. Le chiffre important observé dans les horizons A_2 est délicat à prendre en considération compte tenu de la très faible teneur en carbone total de l'échantillon.

Ces résultats sont à rapprocher du nombre total de germes qui est presque deux fois plus élevé (prélèvements effectués en mars 1973) dans les horizons superficiels (A_{11}) des sols les plus humides (1.200.000 germes par g de sol sur milieu à pH 5,5 que dans ceux des podzols (700.000 germes). La microflore est également plus diversifiée dans les sols les plus humides.

3. **Influence des bitumes sur la microflore tellurique.**

a) MISE EN ÉVIDENCE DU POUVOIR INHIBITEUR DES BITUMES VIS-A-VIS DE MICROPOPULATIONS COMPLEXES.

Dans une première série d'essais, nous avons examiné l'influence de bitumes extraits directement par un mélange éthanol-benzène sur les micro-

TABLEAU II

Indice de croissance (I_c) de micropopulations complexes d'un sol brun lessivé et d'un horizon A_1 de podzol sur des milieux contenant des solutions de bitumes à différentes concentrations

	Indice de croissance Ic	
	Sol brun lessivé Montamisé	Horizon A_{11} podzol Forêt Moulière
Solution bitumes à 5 ‰	84	45
Solution bitumes à 1 %	62	23
Solution bitumes à 5 %	20	9

populations complexes du sol brun lessivé de Montamisé et de l'horizon A_1 de podzol de la forêt de Moulière cultivées en milieu à pH 6,0. Les résultats sont rassemblés dans le tableau II.

Ce tableau met en évidence un effet inhibiteur net des bitumes sur la microflore du sol, même avec de faibles quantités de produits incorporés au milieu de culture.

Dans les deux cas, l'effet inhibiteur augmente avec la concentration de la solution de bitumes. L'action inhibitrice est plus accentuée vis-à-vis de la microflore de l'horizon A_{11}, moins abondante et moins variée que celle du sol de Montamisé. Il semble donc que dans le cas de micropopulations plus diversifiées en espèces microbiennes, le nombre de germes résistants soit plus élevé.

b) INFLUENCE DU pH SUR L'ACTION INHIBITRICE DES BITUMES.

1. *Microflore de sol brun lessivé.*

Nous avons comparé l'action d'une solution à 1 % de bitumes extraits directement vis-à-vis de la microflore d'un sol brun lessivé cultivée sur des milieux à pH 4,6 - 5,2 - 6,0 - 7,0 et 8,0.

TABLEAU III

Indice de croissance d'une micropopulation complexe de sol brun lessivé sur des milieux à différents pH renfermant une solution de bitumes à 1 % (0,5 ml de solution pour 25 ml de milieu)

Extrait / pH	4,6	5,2	6,0	7,0	8,0
Bitumes 1 %...........	17	47	69	80	81

Les résultats (Tabl. III et Fig. 2) montrent que la toxicité de l'extrait utilisé augmente lorsque le pH décroît. Aux pH les plus élevés (7,0 - 8,0), le taux d'inhibition est de l'ordre de 20 %.

2. *Microflore de sols du Médoc.*

Nous nous sommes placés ici dans les limites de pH correspondant à celles observées dans les séquences de sols étudiés.

On note également aux différentes concentrations un effet dépressif plus marqué aux pH les plus bas.

La micropopulation complexe de l'horizon A_{11} d'un sol hydromorphe peu humifère apparaît plus sensible à l'action des bitumes que celle d'un horizon A_{11} de podzol (Tabl. IV).

Ainsi que l'avaient souligné BECK *et al.* (1969), ce test ne permet pas une étude précise des corrélations entre les différents facteurs.

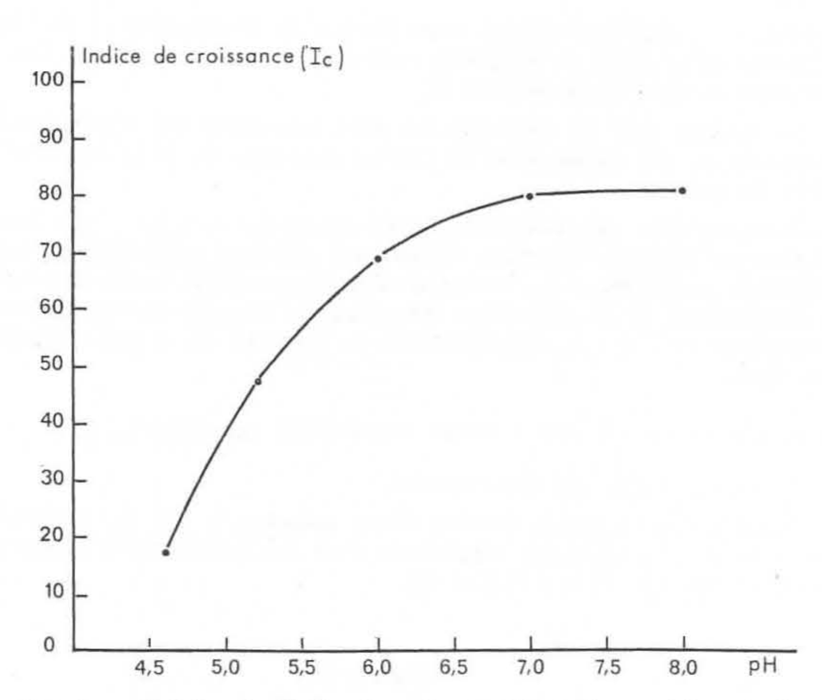


FIG. 2. — Variation de l'indice de croissance d'une micropopulation complexe d'un sol brun lessivé en fonction du pH sur des milieux contenant une solution de bitumes à 1 %.

TABLEAU IV

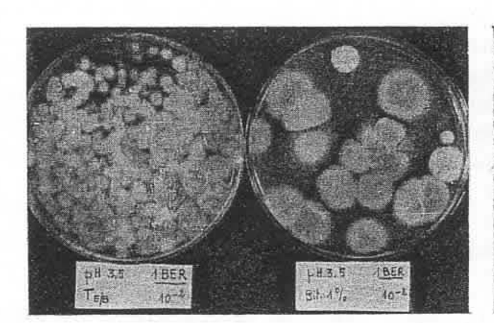
Indice de croissance de micropopulations complexes des horizons A_{11} d'un podzol (1 BER) et d'un sol hydromorphe peu humifère (6 BER) en présence d'extraits de bitumes à différentes concentrations

Origine de la microflore	Dose d'extrait	pH			
		3,5	4,0	4,5	5,5
1 BER (horizon A_{11})	5 ‰	43	57	70	85
	1 %	20	29	45	70
	5 %	13	11	22	30
6 BER (horizon A_{11})	5 ‰	10	22	43	50
	1 %	2	1	27	47
	5 %	2	1	13	6

c) ACTION DES EXTRAITS HYDROSOLUBLES ET DES SUBSTANCES SOLUBLES DANS L'ÉTHANOL-BENZÈNE.

Dans cet essai, nous avons ensemencé avec une micropopulation complexe de sol brun lessixé trois séries de milieu contenant :

1) 1 ml/boîte d'extrait à l'eau,
2) 0,5 ml/boîte de solution de bitumes à 5 % extraits après l'extraction à l'eau,
3) 0,5 ml/boîte de solution de bitumes à 5 % extraits directement.



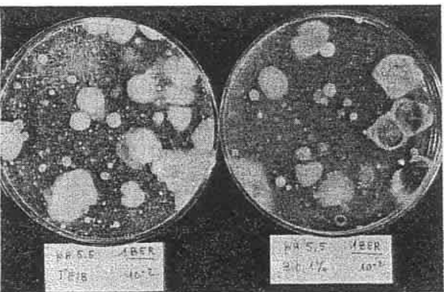


FIG. 3. — Développement des colonies microbiennes à partir d'une suspension - dilution d'horizon A_{11} de podzol humique des Landes du Médoc sur des milieux à pH 3,5 à gauche (I_c = 20) et à pH 5,5 (I_c = 85).

Les indices de croissance ont été de 1 pour la première série, de 19 pour la deuxième série et de 20 pour la dernière. Il n'apparaît donc pas de différence significative lorsque les bitumes sont extraits directement ou après élimination des composés hydrosolubles.

La quantité d'acides organiques incorporée dans chaque boîte (25 ml de milieu) exprimée en poids de carbone représente environ 1,8 % du carbone organique total présent dans ce volume de milieu ; la quantité de bitumes apportée avec une solution à 5 % représente 2 % du carbone total. Au vu de ces derniers résultats, il semble donc que la fraction hydrosoluble exerce un effet dépressif plus marqué sur la microflore. Si on se rapporte, toutefois, aux quantités globales de ces deux fractions dans l'échantillon utilisé pour les extractions (5 BER, horizon A_{11}), on constate que les acides organiques représentent 0,46 % (en poids de carbone par rapport au carbone total) alors que les bitumes représentent 13 % du carbone total. On peut donc penser que dans les sols riches en bitumes, l'influence de ces derniers sur la microflore tellurique peut être importante.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Nous nous sommes intéressés au problème de l'origine des substances solubilisables par un mélange éthanol-benzène en essayant de préciser quelques hypothèses quant aux raisons de leur accumulation dans certains types de sols forestiers acides sous climat atlantique.

BAUZON *et al.* (1969), BECK *et al.* (1970), BRUCKERT *et al.* (1970) dans une série d'études sur « l'effet litière » ont souligné que la lenteur de la décomposition de la matière organique dans les podzols pouvait s'expliquer, en partie au moins, soit :

1) par une *inhibition indirecte* de l'activité biologique due à la formation de complexes résistants à l'attaque microbienne ou à une déficience du milieu en éléments minéraux ;
2) par une *inhibition directe* imputable à l'action de substances toxiques. Dans cette deuxième hypothèse, ces auteurs ont précisé le rôle inhibiteur de substances d'origine végétale. Ils ont montré que l'intensité et la durée de l'effet dépressif des produits hydrosolubles extraits des litières variaient selon les espèces. BRUCKERT *et al.* (1970) ont montré qu'il convenait d'envisager également le rôle de composés d'origine microbienne ; ils ont notamment mis en évidence un enrichissement des litières en composés antimicrobiens synthétisés par les microorganismes du sol lorsque celles-ci sont incubées en conditions anaérobies strictes.

Dans les séquences étudiées, la composition de la végétation ne présente pas de différences sensibles d'une station à l'autre (Pins maritimes et bruyères sont, en particulier, toujours présents). Il ne semble donc pas que la variation importante des taux de bitumes enregistrée le long des séquences puisse être liée à la nature du couvert végétal.

Les sols se différencient essentiellement par leur degré d'engorgement, leur teneur en éléments minéraux et leur pH.

Ces trois facteurs sont susceptibles d'influencer de manière sensible la composition et l'activité des populations microbiennes du sol. Le pH très bas, la sécheresse estivale et le lessivage de certains ions pourraient, au niveau des podzols, freiner la décomposition des substances complexes extractibles par le mélange éthanol-benzène. L'accumulation progressive de ces susbtances accentuerait l'effet néfaste du milieu sur l'activité des microorganismes en raison, d'une part, de leur toxicité et, d'autre part, de leurs propriétés antimouillantes qui modifient les caractéristiques physiques et biologiques du sol.

Nous pouvons également envisager que les conditions physiques et chimiques du milieu favoriseraient, dans certains cas, la production de composés d'origine microbienne qui s'intègreraient aux bitumes.

Il apparaît donc intéressant de préciser le rôle inhibiteur de ces bitumes au moyen de tests plus sensibles. Il convient également d'étudier leur influence sur l'activité de certains groupes de germes tels que les nitrificateurs ou les cellulolytiques. KONG et DOMMERGUES (1970) ont, en effet, envisagé l'intervention de substances antimicrobiennes dans la limitation de la cellulolyse au niveau du mor des podzols. E. FUSTEC-MATHON (1971) avait repris cette hypothèse lors d'une étude sur la cellulolyse dans des sols dunaires.

Il apparaît enfin utile de déterminer la nature des principaux constituants des bitumes et leur rôle spécifique. Certains peuvent, en effet, être sans action sur la microflore, d'autres pourraient avoir une action stimulante (VERONA *et al.*, 1972), d'autres enfin seraient effectivement inhibiteurs vis-à-vis des microorganismes telluriques.

Résumé

Le taux de bitumes (fraction extraite par un mélange éthanol-benzène) a été estimé dans les horizons organiques d'une dizaine de podzols humiques et de sols hydromorphes peu humifères des Landes du Médoc. Ces bitumes sont présents essentiellement dans les horizons de surface où leur taux varie selon le degré d'hydromorphie du profil ; ils sont abondants (15 à 25 % du carbone total en moyenne) dans les horizons éluviaux des podzols, mais ils sont peu représentés dans les sols hydromorphes peu humifères. Dans ces derniers, la microflore totale est plus abondante et le coefficient de minéralisation du carbone est nettement plus élevé que dans les podzols.

L'action inhibitrice des bitumes sur la germination des graines et la croissance des racines ayant été signalée par différents auteurs, nous avons examiné l'influence éventuelle de cette fraction sur la microflore du sol.

Le présent travail a permis de mettre en évidence un effet inhibiteur des bitumes sur les microorganismes du sol. L'intensité de l'inhibition est plus ou moins marquée selon la concentration de l'extrait, le pH du milieu et l'origine de la microflore.

Summary

We estimated the proportion of bitumen (ethanol-benzene extractable fraction) in the organic layers of about ten humic podzols and hydromorphic soils in the Landes du Médoc (France).

Bitumen are essentially present in A_1 horizons where their proportion decrease when the wetness of the profile increase; they are abundant (15 to 25 % of total carbon) in eluvial horizons of podzols, but they are in low quantities in hydromorphic soils. Total microflora is more numerous in these last soils and mineralization factor of carbon is higher than in podzols.

Some authors found a depressing effect of bitumen on seed germination and on root and shoot growth. So, we examined their possible influence on microorganisms.

We established that bitumen are inhibitor for microorganisms of soil. The intensity of inhibition depends on the concentration of ethanol-benzene extracts, on pH and on the origin of microflora.

Bibliographie

Bauzon (D.), Van den Driessche (R.) et Dommergues (Y.), 1969. — L'effet litière. I. Influence de la végétation forestière sur quelques caractéristiques biologiques des sols. *Oecol. Plant.*, **4**: 99-122.

Beck (G.), Dommergues (Y.) et Van den Driessche (R.), 1969. — L'effet litière. II. Étude expérimentale du pouvoir inhibiteur des composés hydrosolubles des feuilles et des litières vis-à-vis de la microflore tellurique. *Oecol. Plant.*, **4**: 237-266.

Bruckert (S.), 1970. — Influence des composés organiques solubles sur la pédogénèse en milieu acide. Thèse, Fac. Sci. Univ. Nancy, 72 p.

BRUCKERT (S.), DOMMERGUES (Y.), WEINHARD (P.), BOYMOND (D.), 1970. — L'effet litière. III. Influence de l'anaérobiose sur la production de composés antimicrobiens solubles. *Oecol. Plant.*, **5**: 137-146.

BRUCKERT (S.), JACQUIN (F.) et METCHE (M.), 1967. — Contribution à l'étude des acides phénols dans les sols. *Bull. École Nat. Sup. Agron. Nancy*, **9** (2): 73-92.

DOMMERGUES (Y.), 1960. — La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. *L'Agron. Tropicale*, **15** (1): 54-60.

DUPUIS (T.), JAMBU (P.) et RIGHI (D.), 1973. — Structure et origine de l'humine des podzols des Landes du Médoc (France). (A paraître).

FUSTEC-MATHON (E.), 1971. — Observations sur l'activité cellulolytique d'une séquence de sols dunaires sur le littoral atlantique français. *C. R. Soc. Biol.*, **165** (7-8): 1711-1717.

JAMBU (P.) et RIGHI (D.), 1973. — Contribution à l'étude de l'humus des podzols et des sols hydromorphes des Landes du Médoc. *Bull. A.F.E.S.* (sous presse).

KONG (K. T.) et DOMMERGUES (Y.), 1970. — Limitation de la cellulolyse dans les sols organiques. I. Étude respirométrique. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **7** (4): 441-456.

Mc CALLA (T. M.), GUENZI (W. D.) et NORSTADT (F. A.), 1963. — *Zeitschrift für Allg. Mikrob.*, **3**: 202-210, *in* STEVENSON F. J.

RISI (J.), BRUNETTE (C. E.), SPENCE (D.) et GIRARD (H.), 1953. — Étude chimique des tourbes du Québec. II - Tourbière du lac à la Tortue. III, IV et V - Tourbière de Lanoraie - Tourbière de Farnham - Tourbière de Rivière du Loup. *Ministère des Mines - Services des Laboratoires, Québec, R. P.*, n° 281 (29 p.) et 282 (41 p.).

SCHREINER (O.) et coll., 1908-1911. *In* STEVENSON F. J., 1966.

STEVENSON (F. J.), 1966. — Lipids in soil. *American Oil Chemists'Society*, **43** (4): 203-210.

VERONA (O.) et LEPIDI (A. A.), 1972. — Decomposition of the outward waxy film of wheat straw by soil microorganisms. *Symp. Biol. Hung.*, **11**: 55-58.

WANG (Th. S. C.), 1967. Soil organic compounds as Plant Growth Promoters and Inhibitor. *Soils and Fertilizers in Taiwan* : 1-13.

WANG (Th. S. C.), 1969. — Soil organic matter as cause of increased soil productivity or otherwise phytotoxicity. *Intern. Rice Comm. Newsletter*, **18** (2): 23-26.

WANG (Th. S. C.), YU-CHENG LIANG et WEI-CHIANG SHEN, 1969. — Method of extraction and analysis of higher fatty acids and triglycerides in soil. *Soil Science*, **107** (3): 181-187.